

Teste de equipamento eléctrico e resistência de isolamento para motores de compressão AVAC

Nota de aplicação



Com uma tensão aplicada de 500 V, esta leitura de IRT mostra >550 MΩ, indicando que a resistência está fora do intervalo. Um segundo teste de resistência de isolamento foi realizado com 1000 V e mostrou 1,1 GΩ (1100 MΩ). Se não tivesse sido detectada qualquer corrente de fuga, a leitura teria de ser >2,2 GΩ. O multimetro para isolamento Fluke 1587 combina as funcionalidades de um DMM (volts, ohms, milivolts, miliamperes, frequência, capacidade, temperatura) com um megaohmmetro para uma manutenção completa do motor.

Os mecânicos de AVAC/R raramente se baseiam num único teste para aprovar ou reprovar uma função ou um processo. Quando entram numa unidade de condensação, os mecânicos escutam, passam a mão pelo ar de descarga do condensador e, em seguida, seguram a conduta de sucção, a conduta de líquido e a conduta de descarga (e desejam não o ter feito). Tudo isto antes de sequer abrirem a caixa de ferramentas.

Em seguida, os mecânicos ligam equipamentos de medida e utilizam termómetros para diagnósticos mais exactos. Quantas mais verificações e segundas verificações os mecânicos realizarem, melhor se sentem e mais se aproximam da verdade. No que diz respeito aos compressores, os testes de resistência de isolamento (IRT), juntamente com testes de humidade do refrigerante e do óleo e testes ao ácido, representam outros testes comprovados ao longo que tempo que fazem agora parte das suas tarefas habituais.

Um medidor de resistência de isolamento fornece tensões DC seguras aos enrolamentos e aos pontos de isolamento de um motor para medir a taxa de fuga da corrente. Não existe um isolador perfeito; todos eles têm fugas. Mas a questão é: Qual é o seu nível de fuga e a taxa de fuga do isolamento altera-se ao longo do tempo devido à falha ou à contaminação do isolamento? Este último ponto é fundamental para a manutenção preditiva.

O IRT pode verificar a continuidade, as resistências das bobinas e dos enrolamentos, as resistências do elemento de aquecimento, os valores de resistência do termistor, etc. Todas estas medições são realizadas através de circuitos dentro dos isoladores, excepto a verificação de um curto-circuito à terra.

Caso tenha sido detectado um curto-circuito à terra, ocorre uma falha catastrófica do dispositivo e é tarde demais para a manutenção preventiva ou para soluções proactivas. Uma falha catastrófica do motor num compressor (semi-)hermético que contenha óleo e refrigerante envolve, na melhor das hipóteses, um complexo procedimento de limpeza e, na pior, poderá exigir a substituição de equipamento, não componentes, assim como a perda de tempo de produção e de receitas. O melhor é verificar regularmente os valores do isolamento e registá-los para comparação durante a próxima visita, de modo a que quaisquer alterações sejam imediatamente evidentes.

O que deve procurar

Não existe uma regra definida de aprovação/reprovação sobre como interpretar os valores de resistência de isolamento, mas os fabricantes e as agências parecem concordar que a tendência de IRT pode ser um claro indicador da saúde projectada de um motor.

A norma IEEE 43 para testes de resistência de isolamento de motores eléctricos dá um valor mínimo aceitável de 1 megaohm mais 1 megaohm por quilo-volt da tensão operacional do motor. Para um motor de 460 volts, o valor limite de aprovação/reprovação seria de 1,46 megaohms, ou uma taxa de fuga da corrente de 500 V DC / 1 460 000 ohms \approx 342 microamperes.

Mas esta regra destina-se a motores que não são hermeticamente selados com óleo e refrigerante. Um motor submerso em líquido pode ter de utilizar valores mais reduzidos do que os recomendados pelo fabricante. Um motor submerso num líquido pode ser aceitável a 600 000 ohms com aplicação de 500 V DC, ou uma taxa de fuga da corrente de 500 volts/600 000 ohms \approx 833 microamperes.

Alguns isolamentos modernos em utilização desde cerca de 1975 melhoraram os valores de isolamento que podem não permitir prontamente corrente de fuga e apresentar valores de IRT próximos de 20 000 megaohms (20 gigaohms) e poderão ser inaceitáveis para utilização se os valores de IRT se encontrarem abaixo dos 100 megaohms, independentemente de terem ou não substâncias contaminadoras superficiais nos enrolamentos.

Ambiente hermético do motor e consequências

A aplicação do IRT a compressores herméticos é um procedimento de dois passos, devido à natureza do ambiente operacional do motor de compressão.

1. Teste de resistência de isolamento para verificar a degradação do isolamento do enrolamento do motor.
2. Verifique a presença de substâncias contaminadoras que afectam os resultados do teste de resistência de isolamento.

O primeiro teste de resistência de isolamento a criar uma tendência é com o compressor que esteve desligado; o segundo teste decorre depois de o compressor ter funcionado durante cinco ou dez minutos. O primeiro teste tem maiores probabilidades de expor substâncias contaminadoras no óleo ou no refrigerante.

O segundo teste, apesar de ser também afectado pelas substâncias contaminadoras, é mais dirigido ao verdadeiro teste de resistência de isolamento do motor, removendo a maior parte do refrigerante, óleo e humidade dos enrolamentos.

À medida que os HCFC são descontinuados e os HFC de substituição que exigem a utilização de lubrificantes à base de POE (poliolésteres) se tornam mais predominantes, a importância do IRT para os compressores aumenta devido à natureza higroscópica dos lubrificantes à base de POE. Para além dos visores de indicação de humidade, reagentes ou fluidos de amostragem de óleo e humidade, com o IRT, temos outro método para estimar a humidade no óleo. Isto é um factor positivo.

Procedimento de IRT

Nunca realize testes de resistência de isolamento ou utilize um compressor quando o sistema se encontrar sob vácuo.

1. Remova todos os cabos dos terminais do compressor para isolar o compressor.
2. Remova as barras de terminais do compressor, caso estejam instaladas.
3. Limpe os terminais com um pano limpo e seco.
4. Se possível, faça um shunt nos terminais do compressor.*
5. Remova a oxidação do local de ligação à terra do compressor e limpe com um pano limpo e seco.

* A maior parte dos enrolamentos do motor do compressor possui uma ligação comum interna para o compressor, pelo que os enrolamentos não podem ser isolados. Se os enrolamentos do motor puderem ser isolados, é preferível ligar dois conjuntos de enrolamentos à terra, enquanto se testa o terceiro conjunto. Este passo seria repetido três vezes, uma para cada conjunto de enrolamentos. Isto verificará não apenas a resistência à terra, mas também a resistência entre o enrolamento a ser testado e os outros dois enrolamentos, o que testa uma elevada possibilidade de um curto-circuito entre os enrolamentos.

Factores que afectam a resistência de isolamento e a vida útil do compressor

- Falha ao desidratar correctamente um sistema
 - A hidrólise de humidade com o refrigerante pode resultar em ácido fluorídrico. O ácido fluorídrico pode gravar vidro. O que pode fazer ao isolamento dos enrolamentos do motor?
 - O ácido pode erodir o cobre das paredes dos tubos. Este cobre é condutor e irá reduzir a força dieléctrica (não condutora) do óleo. O revestimento de cobre também pode estar presente nos rolamentos do motor e, eventualmente, contribuir para um arranque difícil, amperagens operacionais mais elevadas ou um estado bloqueado do rotor.
 - Na presença de lubrificantes à base de POE, a humidade será absorvida.
- Falha ao alargar os tubos antes da montagem
 - Isto pode resultar em aparas de cobre no óleo do compressor. O cobre é condutor e reduz o dieléctrico do óleo.
- Falha ao deslocar o oxigénio com um gás inerte, como azoto ou argon, durante o processo de brasagem
 - Os óxidos de cobre são condutores e irão reduzir o dieléctrico do óleo.
- Fugas de refrigerante
 - Uma carga reduzida de refrigerante resulta em temperaturas operacionais elevadas do motor e sobrecarrega o isolamento dos enrolamentos do motor.

6. Meça a temperatura dos terminais do compressor. Uma vez que a temperatura dos enrolamentos não pode ser medida directamente, a temperatura dos terminais do compressor, devido à condução directa dos enrolamentos, é o segundo melhor método. Os terminais do compressor devem encontrar-se acima do ponto de orvalho do ar ambiente, caso contrário, a humidade nos terminais pode afectar a leitura.
7. Ligue o cabo de terra ao local de ligação à terra do compressor através do adaptador com garras tipo crocodilo fornecido.
8. Comute o medidor para a posição de teste de isolamento e selecione uma tensão de teste de 500 V DC.
9. Toque com a sonda de teste nos terminais do compressor com shunt.
10. Pressione o botão de teste na sonda de teste (ou no medidor) durante o período do teste (60 segundos).
11. Registe o valor de resistência e a temperatura do terminal.
12. Remova o shunt dos terminais do compressor e restabeleça as ligações eléctricas adequadas.
13. Coloque o compressor em funcionamento durante 5 ou 10 minutos.
14. Repita os passos 1-11.

As leituras efectuadas devem ser registadas e compensadas quanto à temperatura, de acordo com a temperatura de base seleccionada. Por cada desvio de 10 °C (18 °F) acima da temperatura de base, o valor de resistência duplica. Por cada 10 °C (18 °F) abaixo do valor de base, o valor de resistência passa para metade. Se escolhermos estabelecer 40 °C (104 °F) como o nosso valor de base, todas as medições de tendências, passadas, presentes e futuras, terão de ser compensadas em relação a este valor.

Para a compensação da temperatura, utilize a equação:

$$KT = (0.5)^{(TR-TA)/10}$$

Sendo que KT é o factor de correcção da temperatura em TA

TR é a temperatura de referência (°C) de acordo com a qual todas as medições são corrigidas

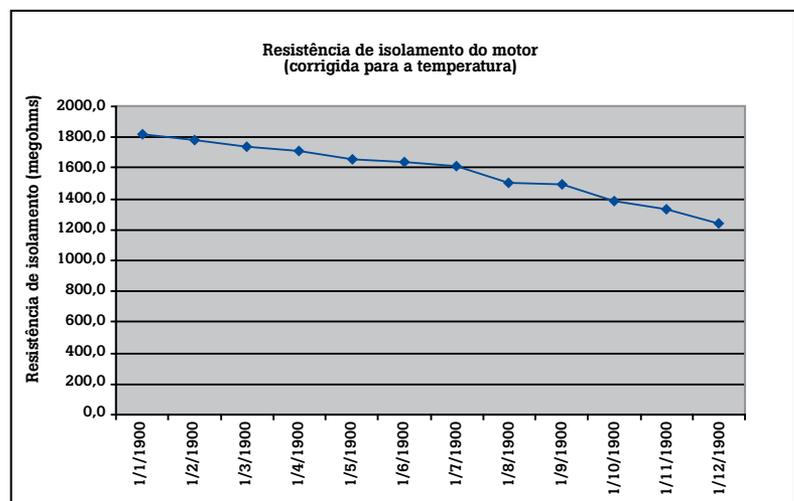
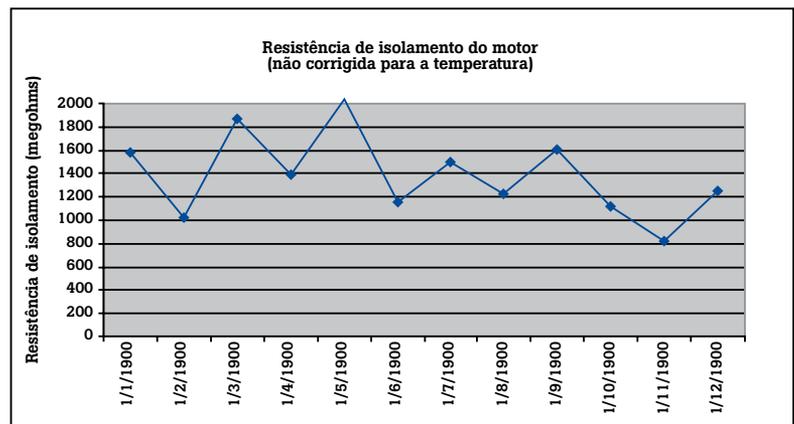
TA é a temperatura de teste efectiva (°C)

$$TR = 40\text{ °C}$$

Se a leitura estiver para além do intervalo da selecção de escala do medidor de IRT, um símbolo "maior que" (>) será exibido para indicar que a leitura, apesar de dever ser registada e anotada para monitorizar alterações futuras, não tem qualquer valor para efeitos de tendências. Com alguns isolamentos modernos, poder-se-á esperar que, ao longo da maior parte da vida útil de um motor, as leituras se encontrem fora da escala (> 2000 MΩ), pelo que a criação de tendências apenas será possível no final da vida útil do motor. Neste caso, no ponto em que os valores efectivos de megohms são vistos, devem ser considerados procedimentos de limpeza.

O seguinte exemplo mostra valores de resistência de teste não compensados e os valores de resistência compensados para a temperatura estimada do enrolamento, compensada para um valor de base de 40 °C. Os dois gráficos que se seguem mostram os dados de tendência não compensados, comparados com dados compensados.

Data	Resistência de isolamento medida (MΩ)	Temperatura (°C)	Resistência de isolamento ajustada à temperatura (MΩ)	Factor de compensação da temperatura KT
05-02-90	1584,3	42	1821,9	1,15
08-07-90	1025,3	48	1784,0	1,74
14-02-91	1867,2	39	1736,5	0,93
02-07-91	1388,4	43	1707,7	1,23
10-02-92	2035,3	37	1648,6	0,81
03-07-92	1156,4	45	1630,5	1,41
04-02-93	1503,2	41	1608,4	1,07
08-07-93	1224,3	43	1505,9	1,23
12-02-94	1604,9	39	1492,6	0,93
01-07-94	1123,6	43	1382,0	1,23
14-02-95	821	47	1330,0	1,62
10-07-95	1245,7	40	1245,7	1,00



Conclusão

Apesar de os mecânicos de AVAC/R agradecerem as regras de aprovação/reprovação que aplicam nas suas rotinas de diagnóstico, os axiomas de tecnologia (contemplar a entropia) exigem que a máquina inicie o seu estado final de falha a partir do momento em que é colocada em produção.

À medida que a manutenção e a atenção aos detalhes aumentam, também podemos esperar a probabilidade de a vida de um produto se prolongar. Uma vez que os custos das falhas aumentam, as vantagens de testes regulares e da monitorização dessas medidas ao longo do tempo são também maiores.

O que é uma leitura de “Infinito”?

Infinito não é uma leitura. Infinito significa que os resultados do teste estão para além do intervalo suportado pelo medidor. Ao utilizar um voltímetro/ohmímetro padrão com uma potência inferior a 9 V DC, uma leitura entre o neutro e a terra do compressor pode indicar “Infinito”. Ao utilizar um medidor de resistência de isolamento com uma potência de 500 V DC, a leitura entre o neutro e a terra do compressor pode ser de 20 megaohms. Considere um dos melhores isoladores naturais... a atmosfera. Se existir um potencial suficientemente elevado com uma diferença na polaridade, a electricidade irá criar um arco. Lembre-se das velas de ignição. Lembre-se dos relâmpagos.

Fluke. *Keeping your world up and running.*

Fluke Ibérica, S.L.

Pol. Ind. Valportillo
C/ Valgrande, 8
Ed. Thanworth II · Nave B1A
28108 Alcobendas
Madrid

Tel: 91 4140100
Fax: 91 4140101
E-mail: info.es@fluke.com
Web: www.fluke.pt

AresAgante, Lda.

Rua Caminho das Congostas, 320
4250-159 Porto

Tel: 228 329 400
Fax: 228 329 399
E-mail: geral@aresagante.pt
Web: www.aresagante.pt

© 2015, Fluke Corporation. Todos os direitos reservados.
Impresso na Holanda 02/2015. Os dados fornecidos estão sujeitos a alterações sem aviso prévio.

Pub_ID: 13370-por

2524494 A-EN-N Rev. A